



Hinc patriam sustinet

**Instituto Superior de Agronomia**  
**Universidade Técnica de Lisboa**



## **Efeitos da aplicação de resíduos orgânicos ao solo na flora espontânea**

**Henrique Faleiro Colaço Correia Salsinha**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia do Ambiente**

Orientador: Professora Doutora Cláudia Saramago de Carvalho Marques dos Santos Cordovil

### **Júri:**

Presidente: Doutora Amarílis Paula Alberti de Varennes e Mendonça, Professora Catedrática do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: Doutora Elizabeth da Costa Neves Fernandes de Almeida Duarte, Professora Catedrática do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutora Cláudia Saramago de Carvalho Marques dos Santos Cordovil, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Lisboa, 2012

# AGRADECIMENTOS

Tenho de agradecer a contribuição de várias pessoas que me ajudaram na realização deste trabalho. Sem estes contributos esta tese não seria possível.

Agradeço:

- ✚ à Professora Doutora Cláudia Cordovil ao aceitar ser minha orientadora e que me ajudou sempre que fosse possível
- ✚ à Professora Doutora Maria Odete Torres que me ajudou bastante na identificação de várias espécies de plantas e no esclarecimento de outras dúvidas
- ✚ à Professora Doutora Amarílis de Varennes ao me ajudar na interpretação de vários conceitos
- ✚ à Sra. Engenheira Maria Teresa Vasconcelos e à Professora Doutora Ana Monteiro que me auxiliaram na identificação de várias espécies de plantas
- ✚ à Sra. Dona Paula Silva que me ajudou no laboratório quase todos os dias e mostrou sempre uma enorme disponibilidade para me auxiliar
- ✚ ao Sr. José Felício que foi de uma enorme ajuda nas tarefas realizadas no Horto do ISA
- ✚ aos Senhores Joaquim e António Xavier que foram de grande valia nos trabalhos árduos efectuados na zona da “Terra Grande”
- ✚ aos meus colegas Alba, Ana Lúcia e Tiago que também me ajudaram em várias tarefas práticas que seriam impossíveis de realizar competentemente e a tempo caso fosse somente uma pessoa a efectuá-las
- ✚ ao Sr. Engenheiro António Marques dos Santos que viajou desde Montemor-o-Novo a Lisboa para me fornecer o Chorume de Porco
- ✚ à Sra. Professora Doutora Maria Madalena Lordelo e ao Departamento de Ciências e Engenharia de Biosistemas do ISA pelo fornecimento do Estrume de Aviário
- ✚ à empresa Valorsul na Amadora pelo fornecimento do Composto de RSU
- ✚ aos meus pais e à minha irmã que me apoiaram e ajudaram sempre que puderam

# RESUMO

Esta tese teve como objectivo a observação dos efeitos da aplicação de diferentes resíduos orgânicos na flora espontânea numa parcela de solo na zona denominada de “Terra Grande” que se situa na Tapada da Ajuda. Nesta parcela delimitaram-se dezasseis talhões. Neles incorporaram-se, em blocos casualizados, chorume de porco, estrume de aviário, e composto de resíduos sólidos urbanos, tendo cada tratamento 4 repetições. Marcaram-se também 4 talhões para controlo, sem aplicação de resíduo.

Após a aplicação dos resíduos, observou-se a evolução da flora espontânea ao longo de 3 meses.

Para a recolha das amostras das espécies de plantas espontâneas foi usado o Método do Quadrado. Estas amostras recolhidas serviram para identificar as várias espécies em cada talhão.

**Palavras-Chave:** Chorume de Porco, Composto de RSU, Estrume de Aviário, Flora Espontânea, Método do Quadrado, Solo.

# ABSTRACT

The objective of this thesis was the observation of the effects of organic residues application on the spontaneous flora of a soil located in “Terra Grande” inside “Tapada da Ajuda”, the University campus.

Sixteen plots have been marked and in each one of them an organic residue was applied, replicated four times. The organic residues tested were: pig slurry, poultry manure, and compost of municipal solid waste. Four plots with no residue application were marked for control.

During three months, the growth of the spontaneous flora in this soil was monitored. Soil samples were taken from all sixteen plots after the application of the residues (one week, one month, and three months after residues application).

With the objective of identifying the spontaneous plant species in all plots, the Quadrat Method was used.

**Key-Words:** MSW Compost, Pig Slurry, Poultry Manure, Quadrat Method, Soil, Spontaneous Flora

# EXTENDED ABSTRACT

The objective of this thesis was the observation of the effects of organic residues application on the spontaneous flora of a soil located in “Terra Grande” inside “Tapada da Ajuda”, the University campus.

It is important to understand how spontaneous plant species grow in soils after the application of organic residues. This may vary with soil type, organic residues origin, seed pool, climatic conditions, amongst others.

A field experiment was set up at the University campus. Sixteen plots have been marked and in each one of them an organic residue was applied, replicated four times. All plots were square-shaped of 1.5 meters. The organic residues tested were: pig slurry, poultry manure, and compost of municipal solid waste. Four plots with no residue application were marked for control.

During three months, soil samples were taken from all sixteen plots after the application of the residues (one week, one month, and three months after residues application). These samples were treated to determine the evolution of the three macronutrients essential for plant growth: nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K). These nutrients are responsible for many important aspects of the plants live cycle, such as structure, metabolism, protein synthesis, respiration, photosynthesis, enzymes, many reactions and so much more. Micronutrients are essential as well, however they weren't considered in this study.

At the end of the experiments, three months after set up, the growth of the spontaneous flora in this soil was evaluated. With the objective of identifying the spontaneous plant species in all plots, the Quadrat Method was used. In this method we used a wooden square of 0.5 meters which was placed at the center of each plot. All spontaneous plants inside the quadrat in each plot were cut and separated by species for further identification.

At the end we compared the results between all plots.

**Key-Words:** MSW Compost, Pig Slurry, Poultry Manure, Quadrat Method, Soil, Spontaneous Flora

# ÍNDICE GERAL

<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iv</b>
<b>EXTENDED ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DAS TABELAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DAS FIGURAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>2</b>
1. Resíduos Orgânicos .....	2
1.1. Composto de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) .....	3
1.2. Estrume de Aviário .....	3
1.3. Chorume de Porco.....	4
2. Os nutrientes no solo e nas plantas .....	5
2.1. O Azoto (N) .....	5
2.2. O Potássio (K) .....	6
2.3. O Fósforo (P) .....	7
3. A influência dos resíduos orgânicos na flora espontânea dos solos .....	8
3.1. A recuperação da flora espontânea em áreas de solo ardidas através da aplicação de Composto de RSU.....	8
3.2. A aplicação de estrumes e compostos em solos salinos e o aparecimento de flora espontânea .....	9
3.3. O uso de Composto de RSU em solos semi-áridos degradados e o crescimento de flora espontânea .....	10
3.4. A aplicação de Chorume de Porco em solos semi-áridos e o crescimento de flora espontânea .....	11
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
4. Delimitação dos talhões na área de solo estudada .....	12
Figura 1. Campo experimental com marcação dos 16 talhões.....	12
5. Preparação e aplicação dos resíduos orgânicos nos talhões .....	13
6. Caracterização das amostras do solo original e dos resíduos orgânicos .....	13
7. Análise do solo durante o ensaio .....	14
8. Identificação das espécies de plantas usando o Método do Quadrado .....	14
9. Datas das amostragens.....	16
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>17</b>
10. Resultados das concentrações de N, P e K.....	17
11. Tabelas com os resultados das concentrações de N, P e K nas 3 colheitas .....	19
12. Resultado da identificação de espécies de plantas usando o Método do Quadrado .....	20
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>23</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>24</b>

# ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1 - Caracterização do solo da “Terra Grande”.....	14
Tabela 2 - Caracterização dos resíduos.....	14
Tabela 3 - Resultados das 3 colheitas das amostras de solo dos ensaios em branco.....	19
Tabela 4 - Resultados das 3 colheitas das amostras de solo com os resíduos aplicados.....	20
Tabela 5 - Todas as espécies encontradas nos 4 grupos diferentes de talhões.....	21
Tabela 6 - As 9 espécies de plantas espontâneas que aparecem e se desenvolvem nos 4 grupos diferentes de talhões.....	22

# ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1 – Campo experimental com marcação dos 16 talhões.....	12
Fotografia 1 – Recolha de espécies de plantas pelo Método do Quadrado.....	15
Gráfico 1 - Médias dos valores de concentração de Azoto de todos os talhões nas três colheitas.....	17
Gráfico 2 - Médias dos valores de concentração de Fósforo de todos os talhões nas três colheitas.....	18
Gráfico 3 - Médias dos valores de concentração de Potássio de todos os talhões nas três colheitas.....	19
Fotografia 2 – <i>Bromus</i> spp.....	22
Fotografia 3 – Raspa-saias.....	22



# INTRODUÇÃO

O objectivo deste trabalho foi o de avaliar a influência da aplicação de diferentes resíduos orgânicos na flora espontânea, quando usados como adubos ou correctivos orgânicos nos solos. O campo experimental situou-se na zona da “Terra Grande” na Tapada da Ajuda. No campo experimental foram marcados dezasseis talhões. Em cada um deles incorporou-se um resíduo, em blocos casualizados com 4 repetições. Marcaram-se também 4 talhões testemunha sem aplicação de resíduo.

Foram três os resíduos orgânicos utilizados: Chorume de Porco, Composto de Resíduos Sólidos Urbanos e Estrume de Aviário. O Chorume de Porco veio de uma exploração de Montemor-o-Novo, o Composto de RSU é proveniente da empresa Valorsul na Amadora, enquanto o Estrume de Aviário tem origem do Departamento de Ciências e Engenharia de Biossistemas do Instituto Superior de Agronomia.

Durante 3 meses foram recolhidas amostras de solo de cada um dos 16 talhões. As amostragens foram realizadas 1 semana, 1 mês e 3 meses depois da aplicação dos resíduos ao solo, para determinação dos macronutrientes azoto (N), fósforo (P) e potássio (K). Assim, pretendia-se monitorizar a evolução do teor e nutrientes no solo ao longo do tempo. Os micronutrientes também são de grande importância, no entanto, não foram considerados para este estudo.

Para além da avaliação da composição do solo em N, P e K, também se observaram as diversas espécies de plantas espontâneas que nasceram nos vários talhões, e para isso foi usado o Método do Quadrado. Esta identificação de espécies foi realizada apenas no final do ensaio.

Observou-se que a adição destes resíduos orgânicos não provocou alterações muito relevantes no solo tanto a nível de macronutrientes como a nível de diversidade de espécies de plantas. Em termos gerais, os resultados mostraram que para além de não haver grandes diferenças entre a aplicação dos três resíduos orgânicos aplicados no solo também não houve entre estes e o desenvolvimento verificado nos talhões onde não foram aplicados quaisquer resíduos orgânicos. Note-se que não foi realizada análise estatística dos dados, pelo que, os resultados apresentados são apenas indicativos.

# FUNDAMENTOS TEÓRICOS

## 1. Resíduos Orgânicos

Os solos em geral, não possuem as quantidades de nutrientes, em formas disponíveis para as plantas, necessários para uma nutrição vegetal equilibrada, sendo esta fundamental para a agricultura. Com esta falta de capacidade dos solos de por si só fornecerem todos os nutrientes que as culturas precisam é então necessária a aplicação de fertilizantes ao solo (Varennnes, 2003).

Relativamente aos fertilizantes orgânicos, estes incluem os chorumes, os estrumes, os compostos, entre outros. Estes fertilizantes, especialmente os estrumes e os chorumes, são boas fontes de macro e micronutrientes. No entanto, como é frequente que os nutrientes contidos nestes fertilizantes não estejam em concentrações elevadas, estes têm por vezes de ser aplicados nos solos em grandes quantidades (Varennnes, 2003).

Os estrumes e os chorumes têm também a função importante de favorecerem a agregação dos solos (Varennnes, 2003).

Os estrumes e os chorumes variam de composição consoante a espécie e a idade do animal que os produziu e muitos outros factores, mas em geral fornecem ao solo diversos nutrientes e matéria orgânica. Os resíduos orgânicos contêm macronutrientes que são fundamentais para a vida das plantas: o azoto (N), o fósforo (P) e o potássio (K). Estes nutrientes podem encontrar-se em diversas formas orgânicas e minerais (Varennnes, 2003).

Em alguns ensaios realizados pôde-se comprovar que na aplicação de quantidades similares de estrume e de chorume o primeiro fornece quantidades assinalavelmente superiores de N, P e K aos solos comparativamente ao que os chorumes fornecem, devido à menor quantidade de matéria seca dos últimos. Tanto os estrumes como os chorumes também são boas fontes de micronutrientes como o cobre e o zinco (Varennnes, 2003).

Relativamente aos compostos, estes no geral são estáveis e a mineralização do azoto é lenta, portanto este elemento fica disponível somente em quantidades baixas. Por isso, os compostos contribuem mais para o aumento da matéria orgânica do solo que para a nutrição das plantas (Varennnes, 2003).

No caso particular dos resíduos sólidos urbanos (RSU), é a parcela orgânica destes que é compostada e aplicada aos solos com o objectivo de melhorar as características físicas do solo ou de fornecer nutrientes. A sua constituição em elementos vestigiais (cádmio, chumbo, cobre, mercúrio entre outros) varia e as concentrações destes nos compostos têm limites máximos para que a aplicação dos compostos em solos agrícolas seja possível sem que

estes sejam prejudicados. No entanto, os RSU possuem níveis de salinidade elevados o que impede o seu uso em grandes quantidades (Varennnes, 2003).

### **1.1. Composto de Resíduos Urbanos Sólidos (RSU)**

Desde os primórdios da civilização humana que os resíduos sólidos têm sido produzidos. O impróprio manuseamento, e o destino dos mesmos tem sido uma das grandes causas da poluição e degradação ambiental. Na actualidade, nos países em vias de desenvolvimento ainda existe o risco de ameaça da qualidade ambiental e da saúde pública devido ao facto da maior parte dos resíduos sólidos gerados ainda serem despejados em lixeiras abertas (Vashi e Shah, 2003).

Existem vários destinos para os resíduos sólidos urbanos, e um deles é a Compostagem, que é um processo biológico de tratamento. O processo de compostagem é uma forma de reciclagem muito importante, pois a maior parte dos resíduos domésticos, que são gerados, são de natureza orgânica. A geração de resíduos sólidos tem aumentado bastante, como consequência a dificuldade em geri-los também tem aumentado, mas com o desenvolvimento tecnológico que se tem vindo a verificar mais e melhores alternativas de reutilização, reciclagem e de recuperação têm vindo a surgir (Vashi e Shah, 2003).

Também existe a co-compostagem. Trata-se da compostagem combinada de duas ou mais matérias-primas juntas, como por exemplo a matéria orgânica dos RSU e lamas provenientes de esgotos (Vashi e Shah, 2003).

O composto, que é o produto resultante do processo de compostagem, pode ser usado como fertilizante, correctivo do solo ou um substrato para as plantas envasadas (U.S. Environmental Protection Agency, 2011).

### **1.2. Estrume de Aviário**

A indústria avícola tem aumentado de importância e de relevância sendo actualmente uma das maiores indústrias de produção de animais de criação para alimentação, sendo que a produção de carne e de ovos tem aumentado cerca de 5% por ano, a nível mundial (Sims e Wolf, 1994; cit. por Nicholson et al., 1996).

O estrume de aviário contém uma quantidade relevante de nutrientes, e poderá substituir parcialmente os adubos minerais. Mas apesar do conteúdo assinalável de nutrientes do estrume de aviário este poderá causar problemas ambientais caso seja aplicado em excesso. Obter a informação prévia da composição química dos vários estrumes de aviário

fará com que a aplicação dos mesmos possa ser mais eficaz e selectiva, prevenindo então possíveis problemas ambientais (Nicholson et al., 1996).

A presença de  $\text{N-NH}_4$  e de ácido úrico no estrume de aviário pode constituir um fornecimento importante de azoto para as plantas do solo (MAFF, 1994b; cit. por Nicholson et al., 1996). Por exemplo: no Reino Unido, em muitos solos agrícolas, verificou-se que posteriormente à aplicação de estrume de aviário já não havia a necessidade da aplicação de fertilizantes minerais (Chambers e Richardson, 1993; cit. por Nicholson et al., 1996), pois a quantidade de azoto do solo tornou-se mais que suficiente para satisfazer as necessidades das culturas. Se é verdade que as vantagens destas aplicações foram muitas também é de notar que, no caso referido atrás, foram detectadas perdas por lixiviação de nitratos (Nicholson et al., 1996).

O estrume de aviário possui na sua composição os nutrientes mais importantes para as plantas: o azoto (N), o fósforo (P) e o potássio (K). A quantidade destes nutrientes pode variar bastante com diversos factores como a idade e o tipo de dieta da ave, o teor de humidade e o tempo de existência do estrume. O estrume de aviário também possui vários macronutrientes secundários para as plantas, tais como o cálcio, o enxofre e o magnésio (Jacobs, et al., 2003).

O estrume de aviário pode ajudar à produção de culturas em solos ácidos devido ao facto de poder conter grandes quantidades de carbonato de cálcio caso se trate de aves poedeiras (Jacobs, et al., 2003).

O estrume de aviário contém elevada quantidade de matéria orgânica, aumentando o seu teor no solo sempre que é aplicado, o que faz com a produção das culturas no solo aumente. Isto deve-se ao facto de o solo obter um aumento da sua capacidade de retenção de água, aumento da sua capacidade de retenção dos nutrientes, e também a diversidade dos microrganismos (Jacobs, et al., 2003).

### **1.3. Chorume de Porco**

O chorume de porco pode ser usado como fertilizante orgânico na agricultura. Este também tem a vantagem de ser mais barato que os fertilizantes químicos (Navarotto, 1982; Ferrer et al., 1983; Jacobs, 1989; Torres, 1993; cit. por Sánchez e González, 2005). Devido a estes factores, principalmente ao facto do preço dos fertilizantes químicos ter vindo a subir e do valor fertilizante do chorume ser bastante interessante, o valor económico do chorume de porco é bastante considerável (Osborne, 1982; Ferrer et al., 1983; cit. por Sánchez e González, 2005).

Nutrientes que são essenciais para a vida das plantas podem ser encontrados nos chorumes: macronutrientes principais Azoto (N), Fósforo (P) e Potássio (K), também macronutrientes secundários como o Enxofre (S), o Magnésio (Mg), o Cálcio (Ca) e ainda micronutrientes (Castillón, 1993; cit. por Sánchez e González, 2005).

Os chorumes deverão ser analisados para se poder determinar quais as quantidades que deverão ser aplicadas nos solos (Bertrand, 1993; cit. por Sánchez e González, 2005).

As composições dos chorumes variam consoante o estado fisiológico dos animais e também com as condições e os mecanismos de gestão do chorume utilizados (Germon et al., 1979; ITCF, 1982; Ferrer et al., 1983; Torres, 1993; cit. por Sánchez e González, 2005).

## **2. Os nutrientes no solo e nas plantas**

### **2.1. O Azoto (N)**

O azoto é um nutriente de elevada importância para as plantas. O azoto é fundamental para as células das plantas em termos estruturais, genéticos e metabólicos; também é um componente primário da clorofila e dos aminoácidos, sendo então importante para que se dê a reacção da fotossíntese e as várias reacções proteicas que são fundamentais para as plantas; é um componente de compostos com a função de armazenamento e transferência de energia como o ATP. O ADN é o ácido nucleico que é o código genético das células que faz com que estas se desenvolvam e se reproduzam, ou seja, tem um papel da maior importância para a vida das plantas, e um dos componentes mais importantes do ADN é precisamente o azoto (Eckert, 1999).

A deficiência de azoto nas plantas causa a clorose (mudança para uma cor amarelada) nas folhas velhas, podendo se tornar em necrose (a folha morre e fica ressequida). Caso haja excesso de N pode observar-se um maior crescimento da parte aérea das plantas relativamente ao crescimento das raízes e, por vezes, a fase vegetativa da planta pode durar mais tempo acabando por retardar a floração; mas quando há deficiência de N pode-se dar precisamente o contrário – maior crescimento nas raízes em relação à parte aérea e o encurtamento do ciclo vital das plantas. Voltando ao excesso de N, este pode-se ir acumulando em vacúolos, no entanto o ião amónio ( $\text{NH}_4^+$ ) apresenta toxicidade quando se encontra em excesso, podendo levar à interrupção da fotofosforilação oxidativa (Scribd, 2008).

Nos resíduos orgânicos como os estrumes e os chorumes temos o exemplo das fezes e da urina que contêm o azoto. Na urina o azoto encontra-se na forma de ureia, ácido úrico (estes dois tendem a formar amoníaco em posteriores transformações) e outros compostos

orgânicos enquanto nas fezes o azoto encontra-se em formas orgânicas. Nos estrumes o azoto amoniacal corresponde a cerca de 12 a 27% do azoto total enquanto nos chorumes pode ser mais elevado – cerca de 50 a 60%. O azoto orgânico só pode ser absorvido pelas plantas após a mineralização, mas o azoto amoniacal pode ser directamente absorvido pelas plantas (Varennnes, 2003).

O chorume ao ser aplicado no solo pode provocar perdas de azoto por volatilização e por desnitrificação, sendo verdade que a volatilização depende de vários factores como o tipo de solo (a volatilização é maior em solos alcalinos), condições climáticas (a volatilização do amoníaco tende a acontecer em dias quentes, secos e com vento em vez de dias frescos, chuvosos ou enevoados) e método de aplicação (para evitar uma elevada volatilização do azoto amoniacal o chorume deve ser bem incorporado ou injectado no solo) (Varennnes, 2003).

Relativamente aos compostos, estes no geral possuem uma baixa razão C:N, são estáveis e a mineralização do azoto é lenta, portanto este fica disponível somente em quantidades baixas (Varennnes, 2003).

## **2.2. O Potássio (K)**

O potássio é muito importante na activação de enzimas que estão relacionados com a fotossíntese, respiração, síntese de proteínas e síntese de amido. O ião  $K^+$  possui também um papel fundamental no potencial de água (Scribd, 2008).

A aplicação do potássio no solo tende a melhorar e mesmo a criar várias condições propícias ao crescimento e desenvolvimento das plantas (Sawan et al., 2009).

Com o potássio os índices fotossintéticos nas folhas das culturas das plantas aumentam, tal como também aumenta o nível da assimilação de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e a facilidade com que os fotoassimilados se movimentam nas plantas (Sangakkara et al., 2000; cit. por Sawan et al., 2009). Crê-se que uma concentração elevada do catião  $K^+$  seja fundamental para que a síntese das proteínas ocorra normalmente. Tem-se verificado ao longo dos anos em muitos testes, experiências e estudos que usando K na fertilização aumenta o rendimento de produção e a qualidade das plantas (Gormus, 2002; Aneela et al., 2003; Pervez et al., 2004; Pettigrew et al., 2005; cit. por Sawan et al., 2009).

Caso hajam teores deficitários de  $K^+$  nas plantas será então originada a clorose nas folhas velhas, havendo evolução para necrose nas margens dessas folhas; em certas plantas como as gramíneas pode-se dar origem ao seu acamamento, isto acontece devido ao facto de serem gerados caules finos e raízes susceptíveis a sofrer ataques de fungos nas gramíneas (Scribd, 2008).

Tanto nos estrumes como nos chorumes o potássio apresenta similaridade na sua disponibilidade para as plantas com a dos compostos minerais solúveis (Varennnes, 2003).

### **2.3. O Fósforo (P)**

O fósforo é outro nutriente essencial para a vida das plantas, possui funções de elevada importância em vários compostos estruturais fundamentais. O fósforo ainda tem mais funções de grande relevância, como por exemplo: é um dos constituintes principais do ADN, também é um componente do RNA, e as ligações que conectam estas duas estruturas são de fósforo; é um componente vital da estrutura do ATP; é essencial para a saúde, sobrevivência e crescimento das plantas – sendo que alguns factores de crescimento que são geralmente associados ao fósforo são o desenvolvimento das raízes, a melhor formação do caule, melhorias na formação das flores e na produção de sementes, uma maior uniformidade e antecipação da maturidade das culturas, um aumento da capacidade dos legumes de fixarem o azoto, melhoramentos na qualidade das culturas, e uma maior resistência às doenças das plantas (Griffith, 2001).

Relativamente às plantas, caso o fósforo seja deficitário pode-se relacionar a deficiência de P com o aparecimento de coloração avermelhada pela acumulação de antocianinas. O excesso de P pode causar um maior crescimento das raízes em relação ao crescimento da parte aérea das plantas (Scribd, 2008).

Em muitos casos em que houve aplicações durante longos períodos de estrumes de animais, estes tiveram como consequência acumulações excessivas e preocupantes de fósforo nos solos e uma diminuição progressiva das capacidades de absorção e de adsorção desses mesmos solos (Castaldi et al., 2009; Delgado e Scalenghe, 2008; cit. por Pizzeghello, et al., 2011), correndo sempre o risco de originar perdas de fósforo para os ecossistemas aquáticos (Djodjic et al., 2004; Vadas et al., 2005; Heredia e Cirilli, 2007; cit. por Pizzeghello et al., 2011).

A maior parte dos estrumes dos animais possuem uma relação N:P muito mais baixa que a que seria ideal para um crescimento considerado óptimo das culturas das plantas, como o N tem de ser aplicado em quantidades maiores que o P para que os requisitos de N sejam satisfeitos no solo isto tem como consequência o P ser adicionado em quantidades maiores do que o que é necessário pelo solo, dando origem a uma excessiva fertilização de P (Morari et al., 2011; cit. por Pizzeghello et al., 2011). Ficando os solos com excesso de P esses mesmos perderão capacidade em reter os fosfatos (Sharpley et al., 2001; cit. por Pizzeghello et al., 2011), e no final o risco de causar problemas ambientais acaba por ser

maior do que se nesses solos não tivessem ou tivessem sido aplicadas poucas quantidades desses mesmos estrumes (Brock et al., 2007; cit. por Pizzeghello et al., 2011).

O efeito é variável, conforme o pH do solo. Nos solos ácidos dá-se a fixação do P, este é fixado em formas pouco solúveis através da precipitação e de reacções de absorção e de adsorção com compostos de ferro e de alumínio e com colóides cristalinos e colóides amorfos. Existe uma correlação forte entre a adsorção e a absorção do fósforo com o conteúdo em óxidos de ferro e de alumínio e com o conteúdo em argila no solo (Börling et al., 2001; cit. por Pizzeghello et al., 2011). É de referir, no entanto, que em relação à interacção e/ou comportamento e disponibilidade do fósforo em solos de natureza alcalina ainda existe pouco conhecimento, particularmente em relação aos solos alcalinos do tipo calcário (von Wandruszka, 2006; Jalali, 2007; Ige et al., 2008; cit. por Pizzeghello et al., 2011).

### **3. A influência dos resíduos orgânicos na flora espontânea dos solos**

#### **3.1. A recuperação da flora espontânea em áreas de solo ardidas através da aplicação de Composto de RSU**

Os incêndios florestais são dos maiores causadores de distúrbios ambientais que existem, pois para além de destruírem a cobertura vegetal dos solos também pode provocar alterações nas propriedades dos solos acabando por levar à degradação das características dos solos. Estas características podem ser as bióticas e abióticas, a sua estrutura (Díaz-Fierros et al., 1989; cit. por Guerrero et al., 2001), propriedades físico-químicas, teores de carbono e de outros macronutrientes (White et al., 1973; St Jhon and Rundel, 1976; Hernández et al., 1997; cit. por Guerrero et al., 2001), microbiota e cobertura da vegetação (Chandler et al., 1983; Carballas et al., 1993; Vázquez et al., 1993, 1996; cit. por Guerrero et al., 2001).

Quando os fogos se propagam estes podem consumir parcialmente ou mesmo a totalidade da flora e da matéria orgânica que se situa nas camadas superiores do solo. Os nutrientes da matéria orgânica podem ficar mais disponíveis para as plantas ou se perderem por volatilização. O fogo afecta o ciclo de todos os nutrientes das plantas, como por exemplo o azoto que se perde facilmente por volatilização e o fósforo mineraliza-se dando origem a formas solúveis que são facilmente lixiviadas (Guerrero et al., 2001).

O fogo origina níveis de erosão mais elevados que os verificados em ecossistemas onde não houve incêndios, sendo a perda de solo e de nutrientes mais severa do que o normal (Boerner, 1992; cit. por Guerrero et al., 2001). Isto tudo tem como consequência a



perda da fertilidade dos solos tanto a curto como a longo termo, o que origina problemas na recuperação do solo e da sua vegetação, aumentando então o nível de desertificação (Guerrero et al., 2001).

A adição de materiais orgânicos ricos em macro e micronutrientes e possivelmente com uma população de microrganismos diversa pode ser aplicada nos solos queimados para que as suas características originais sejam restabelecidas, levando ao restabelecimento dos teores de vegetação do solo e a protecção do mesmo (Cordovil et al., 2011).

Em vários testes efectuados pôde-se comprovar que a introdução de composto de resíduos sólidos urbanos provoca um maior desenvolvimento das plantas no solo relativamente ao mesmo solo sem o composto. Com a adição do composto houve um melhoramento nas propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo, houve um aumento dos níveis de absorção do azoto pelas plantas, as plantas também acabam por apresentar maiores teores de fósforo e de potássio (nas raízes, no caule e nas folhas) (Guerrero et al., 2001).

Usar composto de RSU como correctivo em solos que foram recentemente queimados aumenta o teor de matéria orgânica e de nutrientes do solo, estimula a absorção de macro e micronutrientes pelas plantas o que leva a uma recuperação assinalável da cobertura vegetal que protege o solo dos processos de erosão, e para além disso o solo ficará com espécies de flora mais resistentes e apropriadas a longo prazo (Guerrero et al., 2001).

### **3.2. A aplicação de estrumes e compostos em solos salinos e o aparecimento de flora espontânea**

Quando os solos apresentam teores excessivos de sal as propriedades físicas e químicas do solo, os processos microbiológicos e o crescimento das plantas são todos afectados. Vários autores puderam estudar como o excesso de sal pôde afectar várias propriedades e factores do solo, tais como um aumento da condutividade eléctrica (que afecta a estabilidade da estrutura, a densidade aparente e a permeabilidade dos solos), a inibição de várias actividades enzimáticas e da respiração microbiana, a inibição da assimilação de certos nutrientes como o N e o P, a inibição geral no crescimento das plantas e outros (Tejada et al., 2006).

Segundo Marin (2004; cit por Tejada et al., 2006), a matéria orgânica que é adicionada aos solos é fundamental para a actividade dos microrganismos e de certas enzimas nos solos, pois a relação de C:N é uma propriedade essencial para a decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos. Tejada e Gonzalez (2005; cit. por Tejada et al., 2006)

demonstraram, que a estrutura e a biomassa microbiana dos solos salinos aumentam caso haja um aumento do teor de matéria orgânica desses solos.

Testes efectuados com a adição de estrumes de aves de capoeira em solos salinos, em condições relativamente secas mostraram que, um ano a seguir à sua aplicação, nas zonas tratadas nasceu flora espontânea. O contributo que o estrume de aviário deu para o nascimento de flora espontânea deveu-se ao facto das propriedades físico-químicas e biológicas do solo terem sido melhoradas, tal como a estrutura do solo. Houve uma diminuição do teor de potássio de troca e um aumento das actividades enzimáticas. E com isto, os solos salinos ficam mais protegidos e será mais fácil a sua remediação (Tejada et al. 2006).

### **3.3. O uso de Composto de RSU em solos semi-áridos degradados e o crescimento de flora espontânea**

Segundo López Bermúdez e Albaladejo (1990; cit. por Ros et al., 2003), os solos das zonas do Sudeste de Espanha tornaram-se pouco férteis e bastante degradados devido ao uso de práticas agrícolas indevidas. Grace et al. (1994; cit. por Ros et al., 2003) acrescenta que também se dá a destruição do coberto vegetal que é fundamental na protecção dos solos contra a erosão e na permanência de matéria orgânica que é muito importante para a sustentabilidade dos ecossistemas.

O uso dos resíduos sólidos urbanos na adição de matéria orgânica para este tipo de regiões semi-áridas com teores baixos de matéria orgânica pode ser bastante relevante (Garcia et al., 1997; Pascual et al., 1998; cit. por Ros et al., 2003) pois, entre várias razões, são ricos em carbono e sustentam o crescimento e a actividade microbiana, melhorando então os ciclos biogeoquímicos de nutrientes (Pascual et al., 1997; cit. por Ros et al., 2003).

Verificou-se que a aplicação de resíduos sólidos urbanos tanto frescos como compostados no solo provocou o crescimento de flora espontânea passados 3 meses e que passou a haver uma grande diversidade de espécies de plantas, e nas zonas onde não foram postos nenhuns resíduos a vegetação que se tinha desenvolvido era escassa. Estes resíduos são bastante eficazes na recuperação de solos provenientes de zonas semi-áridas, pois o equilíbrio do solo é restabelecido, favorecendo o crescimento e desenvolvimento de matéria orgânica, de biomassa microbiana, os ciclos bioquímicos do solo, e um estabelecimento de uma cobertura vegetal consistente. No entanto, a incorporação do composto de RSU é mais eficaz do que a sua forma bruta devido ao facto do composto conter matéria orgânica estabilizada e também devido a este ter originado uma cobertura de flora ainda mais densa (Ros et al., 2003).

### **3.4. A aplicação de Chorume de Porco em solos semi-áridos e o crescimento de flora espontânea**

A matéria orgânica do solo é fundamental para o desenvolvimento e sustentabilidade dos ecossistemas, e nos ecossistemas semi-áridos mediterrânicos uma das grandes causas da perda de fertilidade desses solos é precisamente o decréscimo de matéria orgânica neles contida. Ora como estes agro-ecossistemas possuem teores baixos de matéria orgânica é adicionado a estes, periodicamente, chorume de porco (García-Gil et al., 2004; cit. por Hernández et al., 2007).

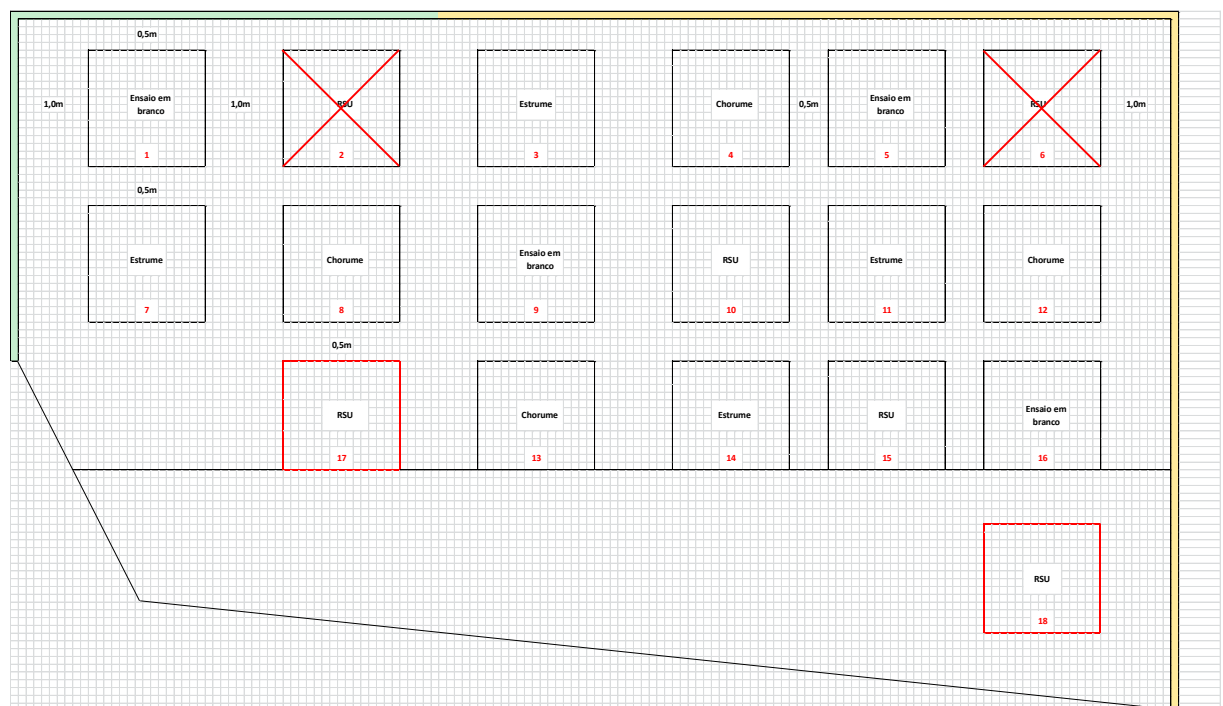
Apesar do chorume de porco ajudar ao desenvolvimento das plantas a sua aplicação em excesso pode causar efeitos negativos como teores elevados de cobre e zinco no solo, lixiviação do azoto excessiva, emissões de gases de estufa ou microrganismos patogénicos (Westerman e Bicudo, 2005; cit. por Hernández et al., 2007). A aplicação de chorume de porco nestes solos acaba por estimular o crescimento de microrganismos autóctones, o aumento da actividade enzimática, o aumento da matéria orgânica e da flora espontânea. No entanto, a extensão das melhorias também pode estar dependente do nível de estabilidade da matéria orgânica que foi adicionada ao solo pelo meio de resíduos orgânicos (Hernández et al., 2007).

# MATERIAL E MÉTODOS

## 4. Delimitação dos talhões na área de solo estudada

Realizou-se um ensaio em campo, na terra grande da Tapada da Ajuda. Para a caracterização do solo do campo de ensaio foram recolhidas 5 sub-amostras de solo em estrela no campo experimental (1 amostra recolhida no centro do talhão grande e as restantes 4 amostras sensivelmente nos 4 cantos do talhão grande cuja forma é rectangular). Esta amostra de solo composta foi seca ao ar durante 2 dias e depois crivada (2 mm) para a caracterização química.

Marcaram-se dezasseis talhões quadrados, com 1,5 m de lado, dentro do campo experimental referido.



**Figura 1.** Campo experimental com marcação dos 16 talhões (os talhões assinalados com um X foram inutilizados durante a montagem do ensaio e substituídos pelos que estão marcados a encarnado)

## **5. Preparação e aplicação dos resíduos orgânicos nos talhões**

Em cada talhão foi aplicado, com quatro repetições, um determinado tipo de resíduo orgânico dos três que foram usados: Chorume de Porco, Estrume de Aviário e Composto de RSU. Cada resíduo orgânico utilizado tem uma origem diferente. O Chorume de Porco veio de uma exploração situada em Montemor-o-Novo (foi seco em estufa a 65°C durante 8 dias), o Estrume de Aviário veio do Departamento de Ciências e Engenharia de Biossistemas do Instituto Superior de Agronomia, e o Composto de RSU veio da empresa Valorsul na Amadora (este composto foi produzido a partir de digeridos, isto é, após sujeição do RSU a um pré-tratamento).

Cada um destes resíduos foi espalhado em 4 talhões, distribuídos em blocos casualizados, sendo 4 talhões dos 16 totais os ensaios em branco, em que não foram introduzidos nenhuns resíduos. As quantidades de resíduos utilizadas em cada bloco foram calculadas com base no teor de azoto do resíduo em causa, com vista a fornecer um valor correspondente a 170 kg N/ha: 1,10 kg de Estrume de Aviário, 1,9 kg de Composto de RSU e 11 litros de Chorume de Porco.

## **6. Caracterização das amostras do solo original e dos resíduos orgânicos**

O solo da “Terra Grande” foi caracterizado para os parâmetros referidos na tabela 1, usando para tal os métodos utilizados em rotina no laboratório de solos do ISA, apenas para a terra fina (fracção com diâmetro inferior a 2 mm).

Para as determinações de P e de K usou-se o Método de Egner-Riehm. Neste método é usada uma solução extractante de lactato de amónio e ácido acético tamponizada a pH compreendido entre 3,65 e 3,75.

A determinação da concentração de fósforo (P) fez-se por espectrofotometria de absorção molecular no visível (colorimetria), usando o espectrofotómetro (Hitachi - U2000 Spectrophotometer). Utilizou-se um fotómetro de chama (Corning - Flame Photometer 410) para determinar o potássio (K). A concentração de azoto (N) foi determinada pelo método de Kjeldhal.

**Tabela 1 – Caracterização do solo da “Terra Grande”**

Solo	
Textura	Franco-argilosa
Humidade (%)	8,29
pH	8,02
N (g/kg)	1,94
P (mg/kg)	1048,80
K (mg/kg)	420,00

**Nota:** A amostra de solo foi previamente crivada num crivo de 2 mm, sendo analisada apenas a “terra fina”

A caracterização dos resíduos utilizados no ensaio pode observar-se na tabela 2. A humidade foi determinada por secagem numa estufa a 105°C durante 2 dias e o pH por potenciometria usando uma proporção de 5 g de resíduo para 25 ml de água.

**Tabela 2 – Caracterização dos resíduos**

Resíduos					
Chorume de Porco		Composto de RSU		Estrume de Aviário	
Humidade Residual (%)	17,26	Humidade (%)	48,03	Humidade (%)	41,72
pH	9,79	pH	8,46	pH	7,47

## **7. Análise do solo durante o ensaio**

Durante o ensaio fizeram-se três amostragens de solo para determinação de azoto (N), fósforo (P) e potássio (K) em datas diferentes: uma semana, um mês e três meses após a instalação do ensaio.

Os métodos laboratoriais utilizados estão referidos atrás.

## **8. Identificação das espécies de plantas usando o Método do Quadrado**

Para a identificação das espécies das plantas espontâneas utilizou-se o Método do Quadrado no final do ensaio, três meses após a aplicação de resíduos. Para tal, foi construído um quadrado de arestas de madeira de lados iguais de 0,5 metros de comprimento.

Segundo Pound e Clements (1898; cit. por Lundy Field Curse, 2007) a origem do Método do Quadrado provém de Frederick Edward Clements (1874-1945).

O quadrado é aplicado no solo sobre a vegetação para que sejam quantificadas e/ou identificadas as diferentes espécies de plantas e fazer uma estimativa da cobertura vegetal desse mesmo solo (Lundy Field Curse, 2007).

Os quadrados podem variar de tamanho, e consoante o tipo, tamanho e densidade das diversas espécies das plantas da vegetação e também consoante a diversificação da vegetação os quadrados deverão ser do tamanho que mais se coaduna com a situação. Caso a vegetação tenha plantas mais pequenas, uma densidade de plantas maior e uma diversidade maior de espécies de plantas então serão necessários quadrados de menores dimensões. Geralmente, quanto maior for o quadrado menor será a variância das nossas observações (Lundy Field Curse, 2007).

O Método do Quadrado usado neste estudo consistiu em colocar o quadrado de 0,5m de lado sensivelmente no centro de cada talhão e arrancar todas as plantas das diversas espécies que estavam contidas dentro da área do quadrado (foto. 1). As plantas arrancadas foram posteriormente divididas em grupos, e identificadas. Com os vários grupos de espécies de plantas pode-se determinar quais são as espécies que se foram desenvolvendo em cada talhão diferente, e pode-se assim estabelecer as possíveis relações e/ou diferenças de como cada resíduo afecta a flora espontânea do solo.

**Fotografia 1** – Recolha de espécies de plantas pelo Método do Quadrado



## 9. Datas das amostragens

Antes e durante o ensaio foram recolhidas amostras de solo nas seguintes datas:

Recolha das 5 amostras de solo em estrela → 7 de Dezembro de 2010

Instalação do ensaio → 20 de Janeiro 2011

Recolha das amostras dos talhões com 1 Semana → 27 de Janeiro de 2011

Recolha das amostras dos talhões com 1 Mês → 23 de Fevereiro de 2011

Recolha das amostras dos talhões com 3 Meses → 26 de Abril de 2011

Relativamente à recolha das diferentes espécies de plantas espontâneas nos talhões, usando o Método do Quadrado, esta foi feita no dia 6 de Maio de 2011.

**NOTA:** Não foi possível realizar tratamento estatístico dos resultados obtidos pelo que, as afirmações contidas do capítulo de resultados e discussão relativamente ao aumento ou diminuição de valores obtidos, não tem qualquer fundamento estatístico, não podendo contribuir para o avanço científico na área de trabalho da tese.

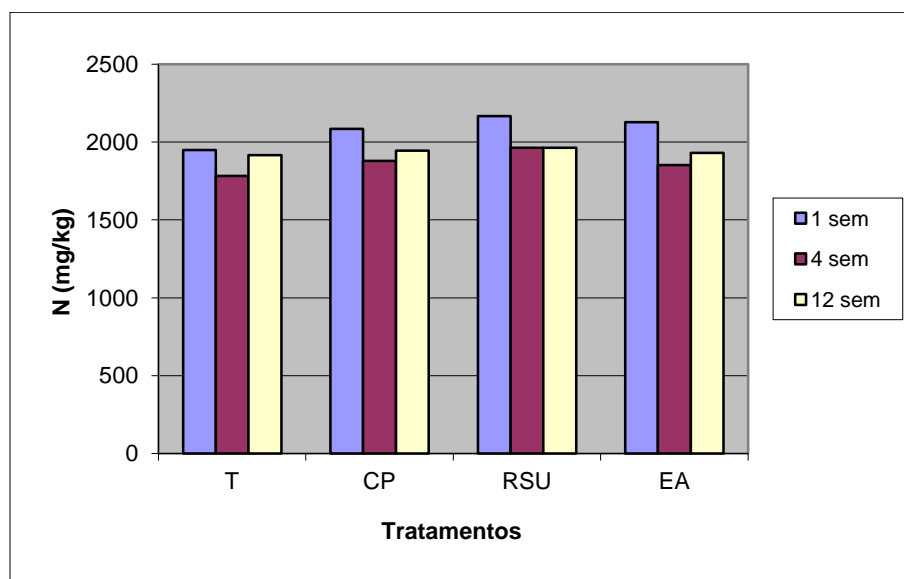


# RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 10. Resultados das concentrações de N, P e K

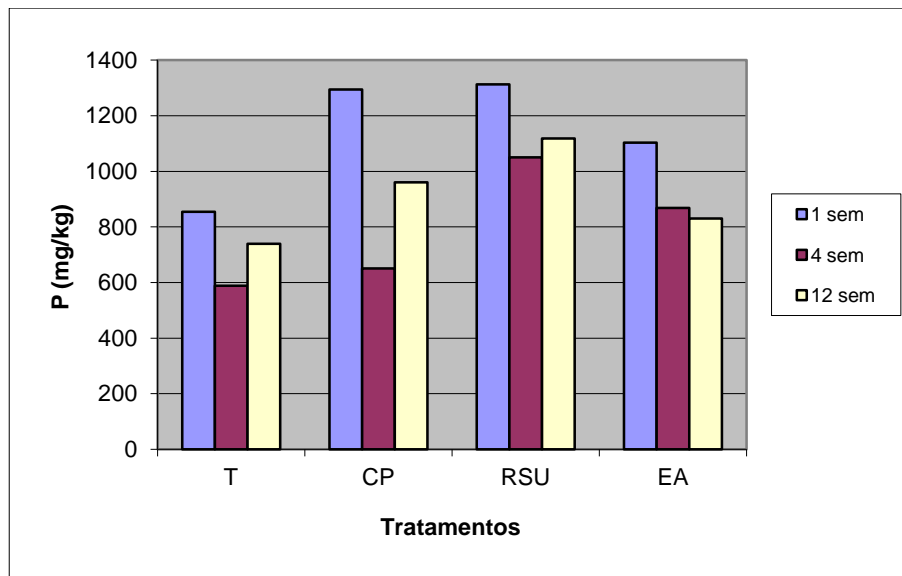
No caso do N, as concentrações de N diminuem entre a colheita de 1 semana e a de 1 mês, mas aumentam desta até à colheita de 3 meses em quase todos os talhões, no entanto, existe a excepção da passagem da segunda para a terceira colheita nos talhões com composto de RSU, pois não houve diminuição ou aumento da concentração de N entre as duas.

É de notar que as concentrações de N nos talhões são as mais elevadas dos três elementos químicos estudados.



**Gráfico 1** - Médias dos valores de concentração de Azoto de todos os talhões nas 3 colheitas; T – talhões testemunha; CP – talhões com chorume de porco; RSU – talhões com composto de RSU; EA – talhões com estrume de aviário

O seguinte gráfico ilustra a variação das concentrações médias de P (a média das concentrações verificadas nos 4 talhões de cada tipo – Testemunha (ensaio em branco), Chorume de Porco, Composto de RSU e Estrume de Aviário – nas 3 colheitas de amostras:



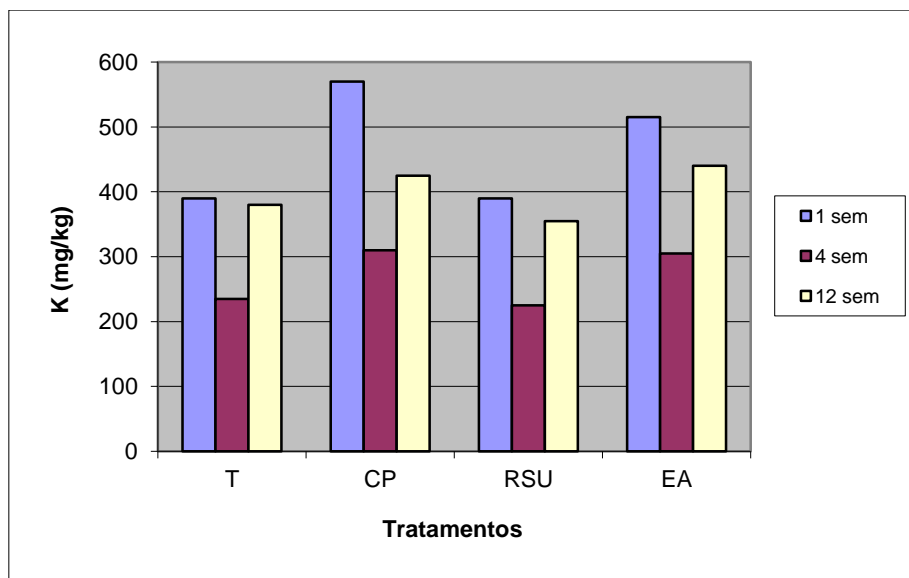
**Gráfico 2** - Médias dos valores de concentração de Fósforo de todos os talhões nas 3 colheitas; T – talhões testemunha; CP – talhões com chorume de porco; RSU – talhões com composto de RSU; EA – talhões com estrume de aviário

O gráfico 3 ilustra a variação das concentrações médias de K (a média das concentrações verificadas nos 4 talhões de cada tipo – Testemunha (ensaio em branco), Chorume de Porco, Composto de RSU e Estrume de Aviário – nas 3 colheitas de amostras:

No caso do K, as concentrações de K diminuem entre a colheita de 1 semana e a de 1 mês, mas aumentam desta até à colheita de 3 meses. Isto acontece em todos os tipos de talhão, sem exceção.

Em relação ao caso do P, este segue um padrão muito similar ao do K.

Também é importante referir que as concentrações de K nos talhões são consideravelmente mais baixas que as de P. E olhando para os gráficos vê-se que no caso do K as variações das suas concentrações não são muito grandes entre os 3 resíduos inseridos e até mesmo os talhões sem resíduos, mas para o P as variações já são mais consideráveis, principalmente se compararmos as dos ensaios em branco com as dos 3 resíduos (tendo o chorume de porco e o composto de RSU as concentrações de P maiores), mas mesmo assim não são variações muito grandes.



**Gráfico 3** - Médias dos valores de concentração de Potássio de todos os talhões nas 3 colheitas; T – talhões testemunha; CP – talhões com chorume de porco; RSU – talhões com composto de RSU; EA – talhões com estrume de aviário

#### 11. Tabelas com os resultados das concentrações de N, P e K nas 3 colheitas

**Tabela 3** – Resultados das 3 colheitas das amostras de solo dos ensaios em branco

	Solo	
Azoto (g/kg)	1 Semana	1,95
	1 Mês	1,78
	3 Meses	1,92
Fósforo (mg/kg)	1 Semana	854,88
	1 Mês	588,15
	3 Meses	739,2
Potássio (mg/kg)	1 Semana	390
	1 Mês	235
	3 Meses	380

**Tabela 4 – Resultados das 3 colheitas das amostras de solo com os resíduos aplicados**

	Resíduos aplicados ao solo					
	Chorume de Porco		Composto de RSU		Estrume de Aviário	
Azoto (g/kg)	1 Semana	2,09	1 Semana	2,17	1 Semana	2,13
	1 Mês	1,88	1 Mês	1,96	1 Mês	1,85
	3 Meses	1,94	3 Meses	1,96	3 Meses	1,93
Fósforo (mg/kg)	1 Semana	1293,65	1 Semana	1312,75	1 Semana	1103,5
	1 Mês	650,95	1 Mês	1049,95	1 Mês	868,55
	3 Meses	960,45	3 Meses	1118,45	3 Meses	830,55
Potássio (mg/kg)	1 Semana	570	1 Semana	390	1 Semana	515
	1 Mês	310	1 Mês	225	1 Mês	305
	3 Meses	425	3 Meses	355	3 Meses	440

## 12. Resultados da identificação das espécies de plantas usando o Método do Quadrado

Cada resíduo foi posto em 4 talhões diferentes (dos 16 talhões totais 4 talhões são ensaios em branco onde não se pôs nenhum resíduo), assim optou-se por colocar todas as espécies de plantas que se desenvolveram em cada grupo de talhões do mesmo tipo nas mesmas colunas da Tabela 3 que se encontra na página seguinte; esta indica as diversas espécies de flora para cada caso (seja talhões onde se pôs estrume de aviário, ou chorume de porco, ou composto de RSU, ou onde não se pôs resíduo nenhum).

**Tabela 5 –** Todas as espécies encontradas nos 4 grupos diferentes de talhões

Sem Nada	Estrume de Aviário	Chorume de Porco	Composto de RSU
<i>Bromus spp</i>	<i>Bromus spp</i>	<i>Bromus spp</i>	<i>Bromus spp</i>
<i>Picris echinoides</i> (raspa-saias)	<i>Avena sterilis</i> L. (balanco-maior)	<i>Picris echinoides</i> (raspa-saias)	<i>Polypogon monspeliensis</i> (rabo-de-zorra-macio)
<i>Conizia Squamata</i> (mata-jornaleiros)	<i>Hordeum murinum</i> L. (cevada-dos-ratos)	<i>Cardaria draba</i> (erva-fome)	<i>Conyza canadensis</i> (avoadinha)
<i>Avena sterilis</i> L. (balanco-maior)	<i>Papaver rhoeas</i> L. (papoila-das-searas)	<i>Sonchus oleraceus</i> L. (serralha-macia)	<i>Rumex crispus</i> (labaça)
<i>Hedysarum coronarium</i> L. (sula)	<i>Rumex crispus</i> (labaça)	<i>Polygonum aviculare</i> L. (sempre-noiva)	<i>Conizia Squamata</i> (mata-jornaleiros)
<i>Lactuca serriola</i> L. (alface-brava-menor)	<i>Picris echinoides</i> (raspa-saias)	<i>Hedysarum coronarium</i> L. (sula)	<i>Avena sterilis</i> L. (balanco-maior)
<i>Papaver rhoeas</i> L. (papoila-das-searas)	<i>Hedysarum coronarium</i> L. (sula)	<i>Avena sterilis</i> L. (balanco-maior)	<i>Holcus mollis</i> L. (Ervamolar)
<i>Sonchus oleraceus</i> L. (serralha-macia)	<i>Anagallis arvensis</i> L. (morrião)	<i>Rumex crispus</i> (labaça)	<i>Lactuca serriola</i> L. (alface-brava-menor)
<i>Conyza canadensis</i> (avoadinha)	<i>Polypogon monspeliensis</i> (rabo-de-zorra-macio)	<i>Polypogon monspeliensis</i> (rabo-de-zorra-macio)	<i>Picris echinoides</i> (raspa-saias)
<i>Rumex crispus</i> (labaça)	<i>Conizia Squamata</i> (mata-jornaleiros)	<i>Lactuca serriola</i> L. (alface-brava-menor)	<i>Hedysarum coronarium</i> L. (sula)
<i>Kickxia spuria</i> (falsa-verónica-da-Alemanha)	<i>Conyza canadensis</i> (avoadinha)	<i>Conizia Squamata</i> (mata-jornaleiros)	<i>Cardaria draba</i> (erva-fome)
<i>Cardaria draba</i> (erva-fome)	<i>Lactuca serriola</i> L. (alface-brava-menor)	<i>Papaver rhoeas</i> L. (papoila-das-searas)	<i>Papaver rhoeas</i> L. (papoila-das-searas)
	<i>Cardaria draba</i> (erva-fome)		<i>Kickxia spuria</i> (falsa-verónica-da-Alemanha)
	<i>Polygonum aviculare</i> L. (sempre-noiva)		<i>Anagallis arvensis</i> L. (morrião)
			<i>Misopates orontium</i> (samacalo)
			<i>Sonchus oleraceus</i> L. (serralha-macia)

Como se pode verificar pela tabela as espécies podem variar de caso para caso, no entanto, a maioria delas são comuns nos quatro casos. Essas espécies de plantas comuns são 9 espécies:

**Tabela 6** – As 9 espécies de plantas espontâneas que aparecem e se desenvolvem nos 4 grupos diferentes de talhões

<b>Espécies comuns nos 4 casos</b>
<i>Avena sterilis</i> L. (balanco-maior)
<i>Bromus</i> spp
<i>Cardaria draba</i> (erva-fome)
<i>Conizia Squamata</i> (mata-jornaleiros)
<i>Hedysarum coronarium</i> L. (sula)
<i>Lactuca serriola</i> L. (alface-brava-menor)
<i>Papaver rhoeas</i> L. (papoila-das-searas)
<i>Picris echinoides</i> (raspa-saias)
<i>Rumex crispus</i> (labaça)

**Fotografia 2** – *Bromus* spp



**Fotografia 3** – Raspa-saias



# CONCLUSÕES

Neste ensaio, devido a limitações de execução experimental, não se observaram potenciais diferenças de crescimento da flora espontânea no solo, quando variou o resíduo previamente aplicado. Apesar da introdução dos resíduos no solo as espécies de plantas que cresceram e se desenvolveram não variaram muito consoante o diferente resíduo usado, quer em termos de quantidade quer em termos de qualidade. Houve variações de espécies em alguns talhões, mas a maior parte das espécies que foram observadas abrangiam todos os talhões, o que indica que as diferenças nas interações entre o solo e as plantas não varia muito com os diferentes resíduos aplicados e sem a aplicação de resíduos.

Quanto aos macronutrientes N, P e K, estes apresentaram comportamento semelhante nas três amostragens realizadas. Passado 1 mês da instalação os seus teores diminuíram relativamente à amostragem com uma semana no entanto, 3 meses após a aplicação dos resíduos, os seus teores voltaram a subir. Estas conclusões não têm base estatística.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aneela, S., Muhammad, A., Akhtar, M.E. (2003). Effect of potash on boll characteristics and seed cotton yield in newly developed highly resistant cotton varieties. *Pakistan J. Biol. Sci.* 6, 813-815.

Bertrand, M. (1993). *Caracterización y gestión de los estiércoles sólidos y licuados. Residuos ganaderos*. Fundación “La Caixa”. Barcelona, pp. 177-190.

Boerner, R.E.J. (1992). Fire and nutrient cycling in temperate ecosystems. *Bio. Sci.* 32, 187-192.

Börling, K., Otabbong, E., Barberis, E. (2001). Phosphorus sorption in relation to soil properties in some cultivated Swedish soils. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 59, 39-46.

Brock, E.H., Ketterings, Q.M., Kleinman, P.J.A. (2007). Measuring and predicting P sorption capacity of manure amended soils. *Soil Sci.* 172, 266-278.

Carballas, M., Acea, M.J., Cabaneiro, C., Trasar, C., Villar, M.C., Díaz-Raviña, M., Fernández, I., Prieto, A., Saa, A., Vázquez, F.J., Zöhner, R., Carballas, T. (1993). Organic matter, nitrogen, phosphorus and microbial population evolution in forest humiferous acid soils after wildfires. In: Trabaud, L., Prodon, R. (Eds.), *Fire in Mediterranean Ecosystems. Ecosystems Research Report 5*. Commission of the European Communities, pp. 379-385.

Castaldi, N., Stein, A., Bechini, L. (2009). Agri-environmental assessment of extractable soil phosphorus at the regional scale. *NJAS-Wageningen J. Life Sci.* 56, 325-343.

Castillón, P. (1993). *Valoración agronómica de las deyecciones animales. Residuos ganaderos*. Fundación “La Caixa”. Barcelona, pp. 131-140.

Chambers, B. J., Richardson, S. J. (1993). Relying on soil mineral reserves. *J. Sci. Food Agric.*, 63, 128.

Chandler, C., Cheney, P., Thomas, P., Trabaud, L., Williams, D. (Eds.) (1983). Fire in forestry. In: *Forest Fire Behaviour and Effects*, vol. I. Wiley, New York, pp. 171-202.



Cordovil C M d S, Varennes, A., Pinto, R., Fernandes, R.C. (2011). Changes in mineral nitrogen, soil organic matter fractions and microbial community level physiological profiles after application of digested pig slurry and compost from municipal organic wastes to burned soils. *Soil Biol. Biochem.* 43, 845-852.

Díaz-Fierros, F., Benito, E., Vega, J.A., Castelao, A., Soto, B., Pérez, R., Taboada, T. (1989). Solute loss and soil erosion in burnt soil from Galicia, N.W. Spain. In: Goldammer, J.G., Jenkins, M.J. (Eds.), *Fire in Ecosystem Dynamics: Mediterranean and Northern Perspectives*. S.P.B. Academic Publishing, The Hague, pp. 103-116.

Delgado, A., Scalenghe, R. (2008). Aspects of phosphorus transfer from soils in Europe. Review article. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 171, 552-575.

Djordjic, F., Börling, K., Bergström, L. (2004). Phosphorus leaching in relation to soil type and soil phosphorus content. *J. Environ. Qual.* 33, 678-684.

Eckert, D. (1999). *Efficient Fertilizer Use – Nitrogen: Dr. Don Eckert*. Consultado em: 7 de Outubro de 2011.

Disponível em: <<http://www.rainbowplantfood.com/agronomics/efu/nitrogen.pdf>>

Ferrer, P.J., Sanz, J.B., Pomar, J. (1983). Posibilidades de utilización agrícola del estiércol líquido de porcino (ELP) en relación con su valor fertilizante y su incidencia sobre el suelo. I. Composición y valor fertilizante del ELP. *Anales del INIA, Serv. Agric.* 23, 35-57.

Garcia, C., Hernandez, T., Roldan, A. (1997). Changes in microbial activity after abandonment of cultivation in a semiarid Mediterranean environment. *Journal of Environmental Quality* 26, 285-291.

García-Gil, J.C., Plaza, C., Senesi, N., Brunetti, G., Polo, A. (2004). Effects of sewage sludge amendment on humic acids and microbiological properties of a semiarid Mediterranean soil. *Biol Fertil Soils*; 39:320-8.

Germon, J.C., Duthion, C., Couton, Y., Grosman, R., Guenot, L., Mortier, J. (1979). Landspreading of liquid pig manure. III.1. Survey of the pig farms in the “Bresse”. In: Grasser (Ed.), *Effluents from Livestock*. Applied Science Publishers Ltd., London, pp. 80-95.

Grace, P.R., Ladd, J.N., Skjemstad, J.O. (1994). The effect of management practices on soil organic matter dynamics. In: Pankhurst, C.E., (Ed.), *Soil Biota. Management Sustainable Farming Systems*, CSIRO Information Services, Melbourne, Australia, pp. 162-170.

Griffith, B. (2001). *Efficient Fertilizer Use – Phosphorus: Dr. Bill Griffith*. Consultado em: 7 de Outubro de 2011.

Disponível em: <<http://www.rainbowplantfood.com/agronomics/efu/phosphorus.pdf>>

Guerrero, C., Gómez, I., Moral, R., Mataix-Solera, J., Mataix-Beneyto, J., Hernández, T. (2001). Reclamation of a burned forest soil with municipal waste compost: macronutrient dynamic and improved vegetation cover recovery. *Biores. Technol.* 76, 221-227.

Gormus, O. (2002). Effects of rate and time of potassium application on cotton yield and quality in Turkey. *J. Agron. Crop Sci.* 188, 382-388.

Heredia, O.S., Cirilli, A.F. (2007). Environmental risks of increasing phosphorus addition in relation to soil sorption capacity. *Geoderma* 137, 426-431.

Hernández, D., Fernández, J. M., Plaza, C., Polo, A. (2007). Water-soluble organic matter and biological activity of a degraded soil amended with pig slurry. *Sci. Tot. Environ.* 378, 101-103.

Hernández, T., García, C., Reinhardt, I. (1997). Short-term effect of wildfire on the chemical, biochemical and microbiological properties of Mediterranean pine forest soils. *Biol. Fertil. Soils* 25, 109-116.

Ige, D.V., Akinremi, O.O., Flaten, D. (2008). Evaluation of phosphorus retention equations for Manitoba soils. *Can. J. Soil Sci.* 88, 327-335.

ITCF. (1982). Valeur fertilisante des engrais de ferme. Citado en Ministère de l'Environnement (1984).

Jacobs, L.W. (1989). Utilizing manure is better than disposing of waste. *Pigs-Misset* 89, 2.

Jacobs, R. D., Sloan, D., Jacob, J. (2003). *Cage Layer Manure: An important resource for land use*. University Of Florida. IFAS Extension. Consultado em: 28 de Julho de 2011.  
Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/ps005>>

Jalali, M. (2007). Phosphorus status and sorption characteristics of some calcareous soils of Hamadan, western Iran. *Environ. Geol.* 53, 365-374.

López Bermúdez, F., Albaladejo, J. (1990). Factores ambientales de la degradación del suelo en el área mediterránea. In: Albaladejo, J., Stocking, M.A., Díaz, E. (Eds.), *Soil Degradation and Rehabilitation in Mediterranean Environmental Conditions*, CEBAS-CSIC, Madrid.

Lundy Field Curse (2007). Consultado em: 15 de Junho de 2011.  
Disponível em: <<http://psychology.exeter.ac.uk/lundy/quadrat.htm#top>>

MAFF (1994b). Fertiliser Recommendations for Agricultural and Horticultural Crops. *MAFF Reference Book 209*. HMSO, London.

Marin, J.A. (2004). *Biorremediación, mediante técnicas biológicas, de hidrocarburos contenidos en lodos de refinería. Experiencias en Clima Semiárido*. PhD Thesis, Murcia University.

Morari, F., Vellidis, G., Gay, P. (2011). Fertilizer. In: Nriagu, J. (Ed.), *Encyclopedia of Environ. Health*. Elsevier, New York.

Navarotto, P. (1982). Origin and nature of agricultural wastes. Communicable diseases resulting from storage, handling, transport and landspreading of manures. Commission of the European Communities (pp. 1-6).

Nicholson, F. A., Chambers, B. J., Smith, K. A. (1996). Nutrient Composition Of Poultry Manures In England and Wales. *Biores. Technol.* 58, 279-284.

Osborne, L.E. (1982). Current methods of storage and treatment of agricultural wastes. Communicable diseases resulting from storage, handling, transport and landspreading of manures. Commission of the European Communities, pp. 7-16.

Pascual, J.A., Garcia, C., Hernández, T., Ayuso, M. (1997). Changes in the microbial activity of an arid soil amended with urban organic wastes. *Biol. Fertil. Soils* 24, 429-434.

Pascual, J.A., Hernández, T., García, C., García, A. (1998). Changes in the organic matter mineralization rates of an arid soil after amendment with organic wastes. *Arid Soil Res. Rehab.* 12, 63-72.

Pervez, H., Ashraf, M., Makhdom, M.I. (2004). Influence of potassium rates and sources on seed cotton yield and yield components of some elite cotton cultivars. *J. Plant Nutr.* 27, 1295-1317.

Pettigrew, W.T., Meredith Jr., W.R., Young, L.D. (2005). Potassium fertilization effects on cotton lint yield, yield components, and reniform nematode populations. *Agron. J.* 97, 1245-1251.

Pizzeghello, D., Berti, A., Nardi, S., Morari, F. (2011). Phosphorus forms and P-sorption properties in three alkaline soils after long-term mineral and manure applications in north-eastern Italy. *Agric., Ecosyst. Environ.* 141, 58-66.

Pound, R., Clements, F.E. (1898). A method of determining the abundance of secondary species. *Minn. Bot. Studies* 2, 19-24.

Ros, M., Hernandez, M. T., García, C. (2003). Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. *Soil Biol. Biochem.* 35, 463-469.

Sánchez, M., González, J.L. (2005). The fertilizer value of pig slurry. I. Values depending on the type of operation. *Biores. Technol.* 96, 1117-1123.

Santos, J. L. D. (2007). Caracterização Físico-Química e Biológica em Diferentes Laboratórios de Produtos Obtidos a Partir da Compostagem de Resíduos Orgânicos Biodegradáveis. Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto.

Sangakkara, U.R., Frehner, M., Nösberger, J. (2000). Effect of soil moisture and potassium fertilizer on shoot water potential, photosynthesis and partitioning of carbon in mungbean and cowpea. *J. Agron. Crop Sci.* 185, 201-207.

Sawan, Z. M., Fahmy, A. H., Yousef, S. E. (2009). Direct and residual effects of nitrogen fertilization, foliar application of potassium and plant growth retardant on Egyptian cotton growth, seed yield, seed viability and seedling vigor. *Acta Ecologica Sinica* 29, 116-123.

Scribd. (2008). *Nutrição Mineral de Plantas*. Consultado em: 10 de Outubro de 2011.  
Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/2644157/Nutricao-Mineral-de-Plantas>>

Sharpley, A.N., McDowell, R.W., Weld, J.L., Kleinman, P.J.A. (2001). Assessing site vulnerability to phosphorus loss in an agricultural watershed. *J. Environ. Qual.* 30, 2026-2036.

Sims, J. T., Wolf, D. C. (1994). Poultry waste management: agricultural and environmental issues. *Adv. Agronomy*, 52, 2-72.

St John, T.V., Rundel, P.W. (1976). The role of fire as a mineralizing agent in a Sierra Coniferous Forest. *Oecologia* 25, 35-45.

Tejada, M., Garcia, C., Gonzalez, J. L., Hernandez, M.T. (2006). Use of organic amendment as a strategy for saline soil remediation: Influence on the physical, chemical and biological properties of soil. *Soil Biology & Biochemistry* 38, 1413-1421.

Tejada, M., Gonzalez, J.L. (2005). Beet vinasse applied to wheat under dryland conditions affects soil properties and yield. *European Journal of Agronomy* 23, 336-347.

Torres, E. (1993). Plan de tratamiento de residuos ganaderos. Experiencia en Cataluña. Residuos ganaderos. Fundación “La Caixa”. Barcelona, pp. 75-97.

U.S. Environmental Protection Agency (2011). *Basic Information*. Consultado em: 2 de Junho de 2011.  
Disponível em: <<http://www.epa.gov/epawaste/conservation/rrr/composting/basic.htm>>

Vadas, P.A., Kleinman, P.J.A., Sharpley, A.N., Turner, B.L. (2005). Relating soil phosphorus to dissolved phosphorus in runoff: a single extraction coefficient for water quality modelling. *J. Environ. Qual.* 34, 572-580.

Varenes, A. (2003). *Produtividade dos Solos e Ambiente*. 369-380. Lisboa: Escolar Editora.

Vashi, A.N., Shah, N. C. (2003). *Co-Composting Of Municipal Solid Waste (MSW) With Sewage Sludge – An Integrated Approach*. IIT – Bombay National Conference on Advances in Environmental Science and Engineering, December 8 – 9. Consultado em: 25 de Junho de 2011.

Disponível em: <<http://www.enviro-control.net/ANAND%20VASHI.pdf>>

Vázquez, F.J., Acea, M.J., Carballas, T. (1993). Soil microbial populations after wildfire. *FEMS Microb. Ecol.* 13, 93-104.

Vázquez, F.J., Petrikova, V., Villar, M.C., Carballas, T. (1996). Use of poultry manure and plant cultivation for the reclamation of burnt soils. *Biol. Fertil. Soils* 22, 265-271.

von Wandruszka, R. (2006). Phosphorus retention in calcareous soils and the effect of organic matter on its mobility. *Geochem. T.* 7, 6.

Westerman, P.W., Bicudo, J.R. (2005). Management considerations for organic waste use in agriculture. *Bioresour Technol*; 96:215-21.

White, E.M., Thompson, W.W., Gartner, F.R. (1973). Heat effects on nutrient release from soils under Ponderosa Pine. *J. Range Manag.* 26, 22-24.